

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-180127  
 (43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.CI.

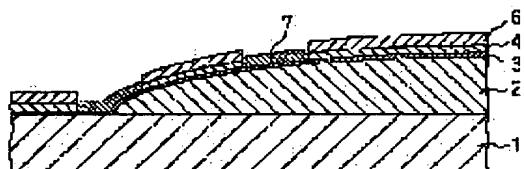
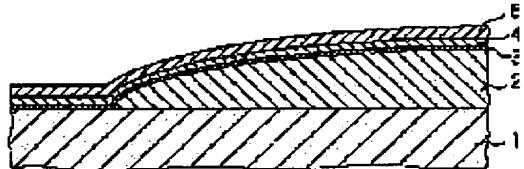
G11B 5/31  
G11B 5/39(21)Application number : 07-333408  
 (22)Date of filing : 21.12.1995(71)Applicant : SONY CORP  
 (72)Inventor : TSUJINO FUMI

## (54) PRODUCTION OF THIN-FILM MAGNETIC HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a magnetic core which has a prescribed track width and has a good track profile by applying a photoresist on an antireflection film at the time of forming a mask for the core.

**SOLUTION:** After respective material layers 2 are formed on a substrate, the upper magnetic core is formed. At this time, a plating ground surface film 3 is formed and the antireflection film 4 is formed on this film 3. The photoresist is applied on the film 4 to form a resist film 5. A frame-shaped photomask corresponding to external shape of the upper magnetic core is superposed on the film 5 and is exposed to a prescribed wavelength light. The light past the film 5 is absorbed by the film 4 to prevent the reflection thereof. If development is executed after the exposure of the film 5, the mask 6 for the frame-shaped core corresponding to the external shape of the upper magnetic core is formed with high dimensional accuracy. Next, the substrate is subjected to an etching treatment over the entire part to remove the film 4 of the region not formed with the mask 6, and a magnetic film 7 is precipitated on the exposed ground surface film 3 and, thereafter, the mask 6 and the remaining film 4 are peeled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-180127

(43)公開日 平成9年(1997)7月11日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

G 11 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

F I

G 11 B 5/31

技術表示箇所

C

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全7頁)

(21)出願番号

特願平7-333408

(22)出願日

平成7年(1995)12月21日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 辻野 扶美

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

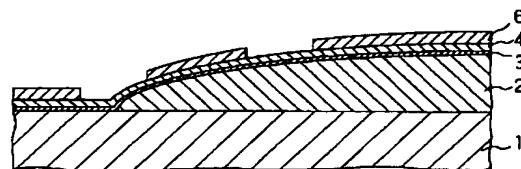
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】磁気コアをパターニングするためのコア用マスクを高い寸法精度で形成し、これによって所定のトラック幅を有しトラックプロファイルの良好な磁気コアを形成する。

【解決手段】コア用マスク6となるフォトレジストを塗布する前に、反射防止膜4を形成しておき、この反射防止膜4上にフォトレジストを塗布し、露光、現像することでコア用マスク6を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性膜上に、フォトレジストを塗布した後、このフォトレジストを露光することによって所定のコアパターンのコア用マスクを形成するに際して、フォトレジストを塗布する前に、上記磁性膜上に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にフォトレジストを塗布することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 メッキ下地膜上に、フォトレジストを塗布した後、このフォトレジストを露光することによって磁気コアの外形形状に対応したフレーム状のコア用マスクを形成するに際して、

フォトレジストを塗布する前に、上記メッキ下地膜上に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にフォトレジストを塗布することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 製造される薄膜磁気ヘッドが、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドと磁気誘導型薄膜磁気ヘッドよりなる複合型薄膜磁気ヘッドであることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気コアや導体コイルが薄膜プロセスによって形成される薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えは、ハードディスク・ドライブ（駆動装置）の記録再生ヘッドとしては、磁性金属薄膜を磁気コアとして使用する磁気誘導型の薄膜磁気ヘッド（以下、インダクティブヘッドと称する。）が用いられている。

【0003】 このインダクティブヘッドは、図11(a), (b)に示すように、基板21上に、下部磁気コア22とギャップ膜23が形成され、この上にスパイラル状の導体コイル層24及び上部磁気コア25が、間に絶縁層26を介して順次積層され、さらに上部磁気コア25上を覆う如く保護膜45が形成されて構成される。このインダクティブヘッドでは、下部磁気コア22と上部磁気コア25の間に形成されたギャップ膜23によって、記録媒体と対向する面（磁気記録媒体摺動面）Sに磁気ギャップgが形成される。

【0004】 しかしながら、ハードディスクに記録される記録信号は益々短波長化し、上記インダクティブヘッドでは短波長信号に対する再生感度が不十分であることから、対応しきれなくなっている。

【0005】 このため、最近では、記録用ヘッドとしてインダクティブヘッドを用い、信号再生用ヘッドとして短波長感度に優れた磁気抵抗効果型ヘッド（以下、MRヘッドと称する。）を用いる複合型ヘッドが採用される方向にある。

【0006】 このMRヘッドは、遷移金属に見られる磁化的向きとその内部を流れる電流の向きのなす角によって、電気抵抗値が変化する磁気抵抗効果現象を利用した再生ヘッドである。

【0007】 すなわち、磁気記録媒体からの漏洩磁束をMR磁性薄膜が受けると、その磁束により上記MR磁性薄膜の磁化の向きが回転し、当該MR磁性薄膜内部に流れる電流の向きに対して磁性量に応じた角度をもつようになる。それ故にMR磁性薄膜の電気抵抗値は変化し、この変化量に応じた電圧変化が電流を流しているMR磁性薄膜の両端の電極に現れるので電圧信号として磁気記録信号を読み出せることになる。

【0008】 このMRヘッドとインダクティブヘッドを備えた複合型薄膜磁気ヘッドは、具体的には、図12(a), (b)に示すように、磁気抵抗効果型磁気ヘッド部（MRヘッド部）A上に磁気誘導型磁気ヘッド部（インダクティブヘッド部）Bが積層され、さらにインダクティブヘッド部B上に覆う如く保護膜46が形成されて構成されている。

【0009】 このうちMRヘッド部Aは、基板27上に下部シールド磁性層28が形成され、この上にMR磁性薄膜よりなる磁気抵抗効果素子（MR素子）29、バイアス導体30、上部シールド磁性層31が間に絶縁層34を介して積層されて構成されている。なお、MR素子29の両端部には、当該MR素子29にセンス電流を通電するための前端電極35と後端電極36がそれぞれ積層されている。このMRヘッド部Aでは、磁気記録媒体摺動面SにMR素子の端面が露出しており、この端面の側縁部によって再生ギャップgAが形成される。

【0010】 一方、インダクティブヘッド部Bは、MRヘッド部Aの上部シールド磁性層31に下部磁気コアの機能を兼ねさせ、この下部磁気コア31上にギャップ膜37が形成され、この上にスパイラル状の導体コイル38と上部磁気コア39が間に絶縁体層40を介して積層されて構成される。このインダクティブヘッド部Bでは、下部磁気コア31と上部磁気コア39の間に形成されたギャップ膜37によって、磁気記録媒体摺動面Sに記録ギャップgBが形成される。

【0011】 ところで、このようなインダクティブヘッドや複合型ヘッドは、スパッタリング法、メッキ法、フォトリソグラフィ法を組合せた薄膜プロセスによって製造される。

【0012】 このうち、インダクティブヘッドあるいは複合型磁気ヘッドのインダクティブヘッド部を構成する下部磁気コア及び上部磁気コアは、いわゆるフレームメッキ法で形成される。

【0013】 すなわち、フレームメッキ法で磁気コアを形成するには、この磁気コアを形成すべき面の全面に、メッキ下地層をスパッタリング法によって形成し、この50 メッキ下地層上にフォトレジストを塗布することでレジ

スト膜を形成する。そして、このレジスト膜上に、磁気コアの外形形状に対応したフレーム状のフォトマスクを重ね、このフォトマスクの上からレジスト膜を露光する。その結果、フォトマスクが重ねられていない部分のフォトレジストは可溶化し、フォトレジストが重ねられた部分のフォトレジストのみがこのフォトマスクのパターンに倣った形状、すなわち磁気コアの外形形状に対応したフレーム状に残存する。

【0014】そして、このフレーム状のレジスト膜をコア用マスクとして、上記メッキ下地層上に電解メッキ法によって磁性膜を析出させた後、フレーム状のコア用マスクと、このコア用マスクの周辺にある不要な磁性膜を除去することで磁気コアは形成されることになる。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにメッキ下地膜上にフォトレジストを塗布し、これを露光することでコア用マスクを形成する場合、露光用に入射させた光の回り込みによるトラックプロファイルの劣化が問題になる。

【0016】すなわち、レジスト膜の下側にはNi—Fe等の金属材料よりなるメッキ下地層が形成されているので、このメッキ下地層とレジスト膜の界面で反射が起こり易い。露光用に入射させた光がこの界面で反射した場合、入射光とともに反射光によってもレジストが感光することになる。

【0017】ここで、特に上部磁気コアのコア用マスクを形成するような場合には、その下に、下部磁気コア、導体コイル層、絶縁体層等が形成されていることから、これら各層の厚みに由来した段差がメッキ下地層とレジスト膜の界面に生じている。メッキ下地膜とレジスト膜の界面に段差があると、図13に示すように、段差41の両側にある斜面から反射した反射光しがフォトマスク42の下側に回り込み、その結果、フォトマスク42のパターンよりも被露光部の面積が広がり、レジスト膜の寸法精度が悪化するといった不都合が生じる。

【0018】コア用マスクでこのように寸法精度が低くなると、当然、これによってバーニングされた上部磁気コアも寸法精度の低いものになる。

【0019】上部磁気コアにおいて、最も高い寸法精度が要求されるのは、ヘッドのトラック幅WTを規制するところの、磁気記録媒体摺動面近傍（以下、トラック部と称する）の形状である。すなわち、上部磁気コアを上側から見た平面図を図14に示すが、上部磁気コアでは、このように磁気記録媒体摺動面S近傍が所定のトラック幅WTとなるように幅が狭くなされることでトラック部が形成されており、良好な記録再生特性を得るにはこのトラック部の形状が重要になる。

【0020】ここで、図11(b)、図12(b)を見ると、これらは磁気記録媒体摺動面側から見たトラック部の理想的な形状を示しており、上部磁気コアのトラッ

ク部は、このように、所定のトラック幅WTを有することとは勿論のこと、幅が厚さ方向で一定であるのが理想的である。

【0021】しかし、上述の工程で形成されたトラック部は、図15に示すように、全体に所定のトラック幅WTよりも広い幅となり、しかもこの幅が上側にいくにつれて広がるといったようなトラックプロファイルになっている。トラック部がこのようなプロファイルであると、サイドフлинジングが増加し、実際の幅よりも実効的なトラック幅はさらに広いものとなる。

【0022】これまで、このような段差斜面での反射の影響に対しては、経験的にフォトマスクと出来上がりのトラック幅との寸法シフト量を予測し、それに基づいてフォトマスクを設計することで対処している。しかし、上部磁気コアの前工程で形成される各材料層による段差は、製造時の諸コンディションに左右されやすく、これを正確に予測するのは難しい。このため、この方法で、所望のトラック幅を得るのは非常に困難であり、公差を±0.5μm見込んでヘッドを製造せざるを得ないのが実情である。

【0023】薄膜磁気ヘッドに対しては、記録の高密度化を目的として、益々トラック幅の狭小化が求められるようになっている。しかし、磁気コアのトラック部の寸法精度がこのように低くなってしまうと、狭トラック幅化を図るのが非常に困難になる。

【0024】そこで、本発明はこのような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、フォリリソグラフィ法によってコア用マスクが高い寸法精度で形成でき、所定のトラック幅を有しトラックプロファイルの良好な磁気コアが形成できる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁性膜上に、フォトレジストを塗布した後、このフォトレジストを露光することによって所定のコアパターンのコア用マスクを形成するに際して、フォトレジストを塗布する前に、上記磁性膜上に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にフォトレジストを塗布することを特徴とするものである。

【0026】また、メッキ下地膜上に、フォトレジストを塗布した後、このフォトレジストを露光することによって磁気コアの外形形状に対応したフレーム状のコア用マスクを形成するに際して、フォトレジストを塗布する前に、上記メッキ下地膜上に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にフォトレジストを塗布することを特徴とするものである。

【0027】このようにレジスト膜の下側に反射防止膜を設けると、レジスト膜が反射光の影響を受けずに露光されるので、コア用マスクが高い寸法精度で形成され

る。したがって、これを反映して、磁気コアでも高い寸法精度が得られ、トラック部が厚さ方向で均一に所定のトラック幅WTを有して形成される。このようにして磁気コアが形成された磁気ヘッドは、サイドフリンジングが小さく抑えられるので、記録媒体に対して所定のトラック幅で記録が行われ、トラック方向での記録密度の向上が図れる。

【0028】なお、本発明で製造する薄膜磁気ヘッドは、インダクティブヘッドであっても、MR（磁気抵抗効果型）ヘッドとインダクティブヘッドよりなる複合型薄膜磁気ヘッドであっても良い。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、ここではインダクティブヘッドを製造する場合を例にして説明する。

【0030】本実施例で製造するインダクティブヘッドは、非磁性基板上に下部磁気コア及びギャップ膜が形成され、この上にスパイラル状の導体コイル層と上部磁気コアが間に絶縁体層を介して順次積層されて構成されている。

【0031】このようなインダクティブヘッドを製造するには、Al-Ti-C系の焼結体等よりなる非磁性基板上に、下部磁気コア、ギャップ膜、第1の絶縁体層、スパイラル状の導体コイル層及び第2の絶縁体層を形成する。これら各材料層は、通常のインダクティブヘッドの製造工程に準じ、スパッタリング法、メッキ法、フォトリソグラフィ法等を組合せた薄膜プロセスによって形成する。基板1に、これら各材料層2が形成された様子を図1に示す。ここでは、これら各材料層によって生じた段差の合計hは15μm程度であった。

【0032】このようにして各材料層2を形成した後、フレームメッキ法によって上部磁気コアを形成する。

【0033】上部磁気コアを形成するには、まず、図2に示すように、上記第2の絶縁体層上にNi-Fe等よりなるメッキ下地膜3をスパッタリング法等により成膜する。次いで、このメッキ下地膜3上に反射防止膜4を形成する。この反射防止膜4は、次工程で行われるコア用マスク形成工程において、露光用に入射させた光の反射を防止するためのものである。したがって、この反射防止膜4としては、露光用の光に対して高い吸収率を有するもの、具体的にはその露光用の光に対して1.5より大きな吸収率を有する材料を使用するのが望ましい。なお、この反射防止膜の材料としては、有機材料、無機材料のいずれでも良い。有機材料の場合には塗布型の薄膜として形成され、無機材料の場合にはスパッタ膜あるいは蒸着膜として形成される。

【0034】続いて、図3に示すように、この反射防止膜4上にフォトレジストを5~10μmの厚さ塗布してレジスト膜5を形成する。そして、このレジスト膜5上に上部磁気コアの外形形状に対応したフレーム状のフォ

トマスクを重ね、所定の波長光によって露光する。

【0035】このとき、上記レジスト膜5の下には、反射防止膜4が形成されているので、レジスト膜5に入射し、当該レジスト膜5を通過した光は、この反射防止膜4によって吸収され、反射は防止される。したがって、反射光がフォトマスクの下側に回り込んで不適切な領域を感光するといったことがなく、レジスト膜5がフォトマスクの形状を忠実に反映して露光される。この露光後、現像を行うと、図4に示すような上部磁気コアの外形形状に対応したフレーム状のコア用マスク6が高い寸法精度で形成されることになる。なお、ここでは、露光用の光として紫外線光を使用した。

【0036】そして、このようにしてコア用マスク6を形成した後、図5に示すように、基板全体に、例えば酸素ガスを使用した反応性イオンエッチング(O<sub>2</sub>-RI-E)処理を施すことでコア用マスク6が形成されていない領域の反射防止膜4を除去し、図6に示すように、メッキ下地膜3を露出させる。続いて、図7に示すように、このメッキ下地膜3上に、pH2.7以下の条件で電解メッキ法により、上部磁気コアとなるNi-Fe等の磁性膜7を析出させる。なお、この磁性膜7の厚さは3~5μm程度とするのが適当である。その後、図8に示すように、コア用マスク6とこのコア用マスクの下側に残っている反射防止膜4を剥離し、このコア用マスク跡及びその周辺に析出している不要な磁性膜とメッキ下地膜をイオンエッチングあるいは湿式エッティング等によって除去することで上部磁気コアは形成される。

【0037】このような上部磁気コアの形成工程では、上部磁気コアをパターニングするためのコア用マスクが反射光による影響を受けずに高い寸法精度で形成されていることから、これを反映して、上部磁気コアでも高い寸法精度が得られる。したがって、上部磁気コアの磁気記録媒体摺動面近傍（トラック部）の幅を比較的狭く設定した場合でも、このトラック部が厚さ方向で均一に所定のトラック幅WTを有して形成されることになる。

【0038】このようにしてインダクティブヘッドが複数形成された非磁性基板は、図9に示すように、図中a-a'線、b-b'線の位置で切断されることで、チップ毎8に切り出され、所定の外寸に研削加工された後、コイル端子にリード線が半田付けされる。そして、これらヘッドチップ8は、図10に示すように、さらにサスペンション機構9に取り付けられることで、例えばハードディスク用の磁気ヘッドとして使用される。この磁気ヘッドでは、上部磁気コアのトラック部が良好なトラックプロファイルで形成されていることから、記録媒体に対して所定のトラック幅WTで記録を行うことができ、記録媒体に対するトラック方向での記録密度を向上させることができる。

【0039】なお、以上の製造方法では、上部磁気コアをフレームメッキ法で形成しているが、上部磁気コア

は、当該上部磁気コアとなる磁性膜を全面形成した後、これを所望のコア形状にパターニングすることで形成しても良い。

【0040】すなわち、この場合、第2の絶縁膜上にメッキ下地膜を形成した後、このメッキ下地膜上の全面に上部磁気コアとなる磁性膜を電解メッキ法によって析出させる。

【0041】そして、この磁性膜上に、先に説明したのと同じ工程で反射防止膜、レジスト膜を形成する。次いで、このレジスト膜上に、上部磁気コアのパターンに対応するフォトマスクを重ね、所定の波長光によって露光する。ここで、反射防止膜がレジスト膜の下側に形成されていない場合には、露光用に入射させた光がレジスト膜と磁性膜の界面で反射し、この反射光によってレジスト膜の不適切な部分が感光されるといった不都合が生じる。これに対して、このレジスト膜下に反射防止膜が形成されると、レジスト膜に入射し、当該レジスト膜を通過した光は、この反射防止膜によって吸収され、反射は防止される。したがって、レジスト膜がフォトマスクの形状を忠実に反映して露光され、コア形状に対応したコア用マスクが高い寸法精度で形成されることになる。

【0042】そして、このようにしてコア用マスクを形成した後、基板全体に、例えば酸素ガスを使用した反応性イオンエッティング処理を施すことでコア用マスク周辺の反射防止膜を除去し、さらに不要な磁性膜、メッキ下地膜をイオンエッティングあるいは湿式エッティング等によって除去する。続いて、コア用マスクとその下の反射防止膜を剥離することで上部磁気コアは形成されることになる。

【0043】このような上部磁気コアの形成工程では、上部磁気コアをパターニングするためのコア用マスクが反射光による影響を受けずに高い寸法精度で形成されていることから、これを反映して、上部磁気コアでも高い寸法精度が得られる。したがって、上部磁気コアの磁気記録媒体摺動面近傍（トラック部）の幅を比較的狭く設定した場合でも、このトラック部が厚さ方向で均一に所定のトラック幅WTを有して形成されることになる。

【0044】また、以上はインダクティブヘッドの製造に本発明を適用した場合であるが、本発明は、インダクティブヘッドを記録用ヘッドとし、MRヘッドを再生用ヘッドとする複合型磁気ヘッドを製造する場合に適用しても良い。

【0045】複合型ヘッドは、非磁性基板上に、MRヘッド部を構成する下部シールド層、MR素子、MR素子にセンス電流を通電するための前端電極及び後端電極、バイアス導体、上部シールド磁性層が間に絶縁体層を介して積層され、この上に、インダクティブヘッド部を構成する導体コイル層及び上部磁気コアが間に絶縁体層を介して形成される。なお、この場合、MRヘッドの上部

シールド磁性層は、インダクティブヘッドの下部磁気コアとしての機能も兼ねている。

【0046】このような複合型ヘッドの上部磁気コアを形成するに際して、コア用マスクとなるレジスト膜を形成する前に反射防止膜を形成しておくと、レジスト膜が反射光の影響を受けずに露光され、コア用マスクが高い寸法精度で形成される。したがって、これを反映して、上部磁気コアでも高い寸法精度が得られ、トラック部が厚さ方向で均一に所定のトラック幅WTを有して形成されることになる。

【0047】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、コア用マスクとなるレジスト膜を形成する前に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にレジスト膜を形成するので、レジスト膜が反射光の影響を受けずに露光され、コア用マスクが高い寸法精度で形成される。したがって、これを反映して、上部磁気コアでも高い寸法精度が得られ、例えばトラック部が厚さ方向で均一に所定のトラック幅WTを有して形成される。このようにして製造された磁気ヘッドは、サイドフリングが小さく抑えられるので、記録媒体に対して所定のトラック幅で記録を行うことができ、トラック方向での記録密度を向上させることができ。また、薄膜磁気ヘッドの歩留まり向上にも貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上部磁気コアの前工程で形成された材料層によって生じる段差の様子を示す断面図である。

【図2】メッキ下地膜及び反射防止膜形成工程を模式的に示す断面図である。

【図3】レジスト膜形成工程を模式的に示す断面図である。

【図4】コア用マスク形成工程を模式的に示す断面図である。

【図5】反射防止膜除去工程を模式的に示す断面図である。

【図6】反射防止膜が除去されることで露出したメッキ下地膜の様子を模式的に示す断面図である。

【図7】磁性膜形成工程を模式的に示す断面図である。

【図8】磁性膜形成工程を模式的に示す断面図である。

【図9】ヘッドチップの切り出し工程を示す斜視図である。

【図10】ヘッドチップがサスペンション機構に取り付けられた状態を示す斜視図である。

【図11】インダクティブヘッドを示すものであり、

(a)はインダクティブヘッドの断面図であり、(b)はインダクティブヘッドを磁気記録媒体摺動面側から見た正面図である。

【図12】複合型ヘッドを示すものであり、(a)は複合型ヘッドの断面図であり、(b)は複合型ヘッドを磁

気記録媒体摺動面側から見た正面図である。

【図13】従来の製造方法において、露光用の光がフォトマスクの下側に回り込む様子を示す模式図である。

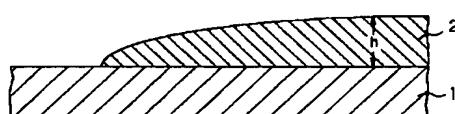
【図14】インダクティブヘッドの上部磁気コアを上から見た平面図である。

【図15】従来の製造方法で形成された上部磁気コアのトラック部の形状を示す模式図である。

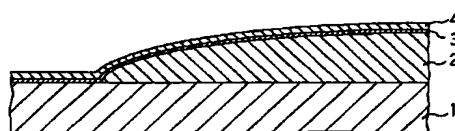
## 【符号の説明】

- 3 メッキ下地膜
- 4 反射防止膜
- 5 フォトレジスト
- 6 コア用マスク
- 7 磁性膜

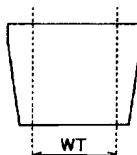
【図1】



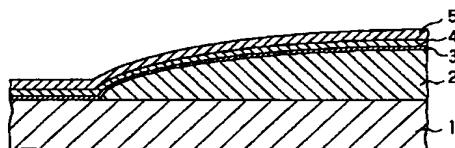
【図2】



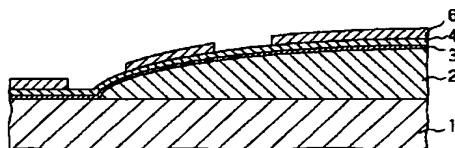
【図15】



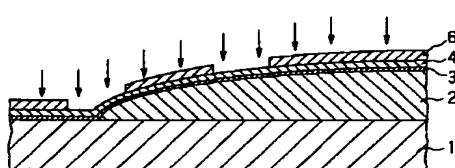
【図3】



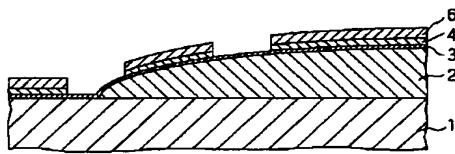
【図4】



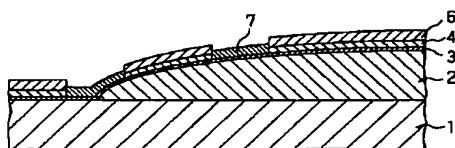
【図5】



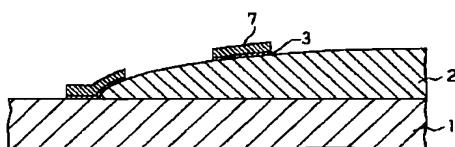
【図6】



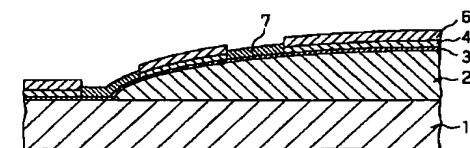
【図7】



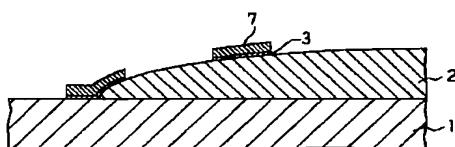
【図8】



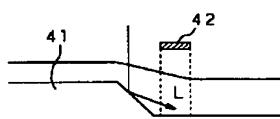
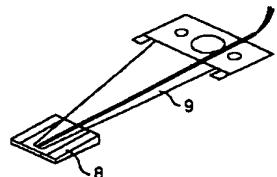
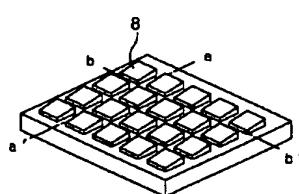
【図9】



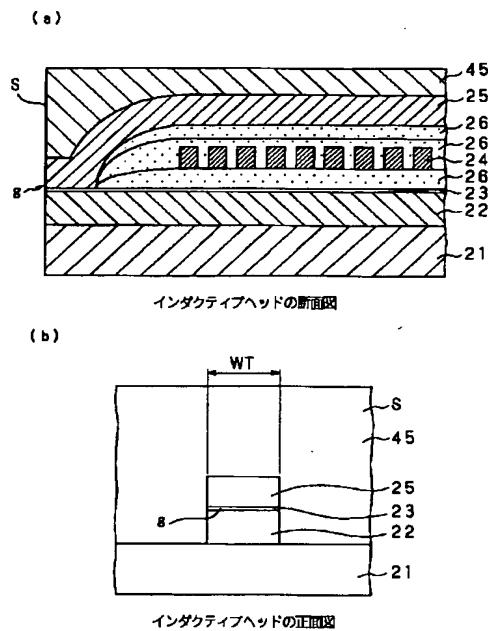
【図10】



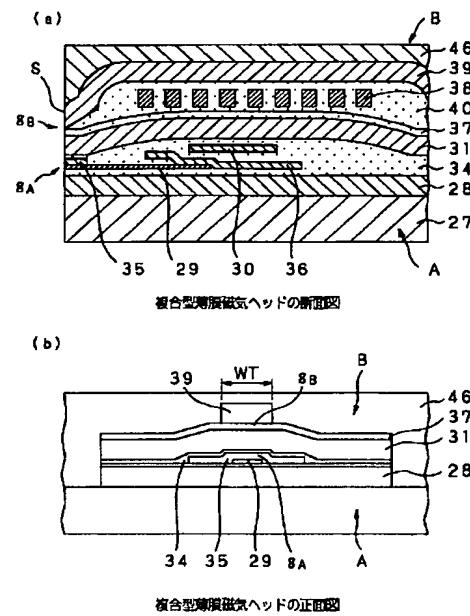
【図13】



【図11】



【図12】



【図14】

